

当代科学前沿论丛

NEW FRONTIERS OF SCIENCES

虚拟地理环境

——在线虚拟现实的地理学透视

龚建华 林 琿 GONG JIANHUA LIN HUI

VIRTUAL GEOGRAPHIC ENVIRONMENTS

A GEOGRAPHIC PERSPECTIVE ON ONLINE VIRTUAL REALITY



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

当代科学前沿论丛

虚拟地理环境

——在线虚拟现实的地理学透视

龚建华 林 珩

高等教育出版社

内容提要

本书较为系统地介绍了地理学和哲学视野里的基于因特网的网络信息空间和在线虚拟现实的特征和意义。全书共五章。第一章定义虚拟界的概念,并从哲学、美学等角度探讨其本质和特征;第二章讨论虚拟地理环境的概念、结构特征和演化过程,以及虚拟地理学的概念、研究对象和研究内容;第三章研讨分布式地学虚拟环境的系统框架设计,并开发了系统原型;第四章建立计算机地学图解模型结构,以及用于地学知识可视探析的图解虚拟环境系统框架结构;第五章阐述虚拟界/虚拟地理环境与人类可持续发展的相互关系。

本书可作为研究生参考教材,也可供地理学、地球信息科学、计算机科学、信息科学、社会科学、经济科学等学科的科研人员和社会工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟地理环境——在线虚拟现实的地理学透视/龚建华,
林琿, —北京:高等教育出版社,2001

(当代科学前沿论丛)

ISBN 7-04-008298-5

I. 虚… I. ①龚…②林… III. 计算机仿真-应用-
地理环境-研究 IV. P91

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第01470号

虚拟地理环境——在线虚拟现实的地理学透视
龚建华 林 琿

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂

开 本 787×960 1/16

印 张 12.25

版 次 2001年5月第1版

字 数 180 000

印 次 2001年5月第1次印刷

插 页 6

定 价 28.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版者的话

人类创造了科学技术，科学技术推动了人类的文明进程。两者的互动影响，今天已达到了前所未有的程度：人类的经济发展和社会进步的需要，为科学技术迅猛的创新，提供了强大的动力；科学技术的发展，在急剧地改变着人类的思维方式、学习方式、工作方式、生活方式、娱乐方式。科学技术已成为强大的社会生产力和巨大的社会资本。现在，每个国家，每个地区，甚至每个单位，都把科学技术创新、科学技术转化为生产力作为头等大事，抢占科学技术制高点，以此来提高自己的综合实力。

新中国成立 50 多年特别是改革开放 20 多年来，随着经济的蓬勃发展，科学技术得到了长足的进步，两弹一星、载人飞船、生物工程、信息技术等正在大步追赶国际先进水平。科学技术转化成的强大生产力，对国民经济发展和社会进步、对增强综合国力产生了重大的影响。

改革开放以来，在中国共产党的“科教兴国”方针的鼓舞下，举国上下，尊重科技，学习科技，普及科技，创新科技，应用科技，发展科技，已蔚然成风。科技结硕果、神州尽彩虹的绚丽画面，正在展示于世人面前。自 16 世纪中叶中国科学技术失去世界领先地位后所形成的中西科学技术的差距，现在正在缩小。重振中华科学技术雄风的序幕已经拉开。

为了能使我国的科学技术水平在不久的将来赶上并达到世界先进水平，我们不仅要自己进行科学技术创新，也要学习世界上一切国家的先进科学技术；不仅要靠国内的科技工作者发展我国的科学技术，还要借助海外学者特别是华人学者的力量。在这种思想的指导下，我们萌生了组织海外学者编写科技前沿丛书的想法。这一想法在海内外学者中引起了强烈的反响：在他们中，有的出谋献策，有的出资开会，有的撰稿，有的审稿，有的愿把稿酬作为基金，……海内外学者的诚言乐行，极大地感染着我们，鼓舞着我们；这一想法得到了教育部陈至立部长和分管我社的周远清副部长的肯定和支持，这增加了我们开展此项工作的决心和信心。根据各方面意见，经过反复研究，最后将丛书定名为《当代科学前沿论丛》。《论丛》是我们献给祖国母亲的 21 世纪的圣礼，企盼我国能在 21 世纪夺回三四百年前失去的科学技术领先的地位。《论丛》如能在推动我国科学技术进步和“科教兴国”中有所作用，将是我们的最大欣慰。为了

做好本《论丛》的出版工作，我们邀请了国内一些著名科学家和在海外工作的部分优秀学者组成《论丛》的专家委员会，帮助筹划、组织和评议《论丛》的出版。随着学科的发展，专家委员会的成员可能会有所变化。我们向一切关心和支持《论丛》出版工作的人士，表示衷心的感谢。由于缺乏经验，《论丛》出版后，编辑出版方面的不足，在所难免，诚望各方指正。

高等教育出版社

2000年6月

序

虚拟起源于哲学思维，滥觞于艺术创作，最后落实到技术实践。西安半坡村文化遗址出土的陶葬器，顶盖上开通一个小孔，让灵魂有可能从小孔“超脱”出来，似乎灵魂是可以不受时空尺度的约束，随心所欲地放大或缩小的。这里体现出人们的思维，很早就试图超越生活的现实。

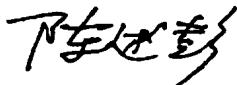
虚拟是一种依托于现实的延伸，其中有合理的逻辑的组分，也有完全虚幻的梦境。正是由于这种自由翱翔的思想的超越，成为人类文明进步的驱动力。曹雪芹用他经历中没落王府的生活片断，虚拟出《石头记》中美妙绝伦的大观园。近代的许多建筑师们，苦心孤诣搜索《石头记》中文字的描述，设计出许多施工方案，再现出北京和上海大观园的旅游景点，正定的宁国府和荣国府，又真的把虚拟变成了现实。似是而非，以假乱真，只好见仁见智，任人评论。但是无论如何，贫寒交迫的曹雪芹，确实变成了现代的摇钱树。他的太虚幻境，以经济效益和社会效益而论，应该算得上“品牌”了。可惜他生不逢时，没有申请专利、注册域名，请大律师保护他的知识产权。

《封神榜》和《西游记》提出的幻想，似乎愈来愈多地成为人们生活中的现实。广寒宫里的嫦娥和玉桂，并非高不可攀。尽管俄罗斯科学家至今在对30年前美国宇航家登月提出质疑，但从空间站通向月球基地的计划，毕竟为期不远了。大陆漂移的假设遭受了近百年的非难，然而大洋深钻和6000m的深海机器人的活动，愈来愈证实和完善了大陆板块学说。威格纳1929年预言：“只有掌握整个地球全部数据的时候，我们的认识才会逼近真理。”可是他没有料到，人类刚进入21世纪，数字地球很快就成了热门话题，而1米分辨率的卫星影像能够成为商品，可以从网页上下载。许许多多的幻想终于成为现实，事例实在太多了。

虚拟是一种演绎的方法，又是一种归纳的手段。前者可以《三国演义》为例，开宗明义，指出“分久必合，合久必分”，乃天下之大趋势。以此为楔子，作为全书虚拟的框架，然后具体描绘人物的个性和历史地位，由简而繁；后者可以《周易》、《太极图说》为例，宇宙万物都简单地被归结为正与负，阴与阳，乾与坤。时至今日，计算技术也不外乎0与1的二进制。千变万化的生物基因信息也被归纳为4种排列组合的符号编码而已。复杂的事物就又变得十分简单了。

虚拟现实确实是一门博大精深的学问，一言难尽。作者要在一本著作当中全面而又深入地探讨是非常艰难的。龚建华博士和林琿院士在本书精炼简短的篇幅中，既提出了基于因特网的在线三维虚拟现实与分布式虚拟环境系统的设计；又探讨了图形表达、图形思维用于数据挖掘和知识发现的理论、方法；还对虚拟世界的本体论及其特征，虚拟地理环境与可持续发展的理念，进行了哲学的探索和科学的实践。他们知难而进的科技创新精神是十分令人敬佩的。

今天，在网络经济与知识创新的信息社会中，在高新科学技术条件的支持下，虚拟现实无往而不在。虚拟现实不只是看得见、摸不着的影像，渐渐地变成了可以指挥、控制的中介环境，广泛应用于外科手术与战场指挥，应用于工程设计和城市景观规划。虚拟大学和博物馆；虚拟的桥梁隧道，文物建筑；乔丹的球艺，《深蓝》的棋谱，莫不虚拟得活龙活现，淋漓尽致。读者如果能够从本书获得启示，引发遐想，沿着虚拟的思路，努力去追求时间与空间的超越，开拓自己的事业，丰富自己的生活和工作，那就在信息化的道路上，彼此可以称为同志了。



中国科学院地理科学与资源研究所研究员
中国科学院院士

2000年8月12日

前 言

20世纪90年代，虚拟现实技术在网络化技术的推动下，迅猛发展，带给人们无穷的想象空间。虚拟社区、数字城市和数字地球所展现的虚拟空间和世界，为科学家们提供了新的研究天地，并向他们提出了挑战。

1995年以来，在中国科学院院士陈述彭先生的指导下，我们在研究地学可视化、地学多维图解与虚拟现实技术的综合集成过程中，逐步形成了虚拟地理环境的概念。在陈述彭先生的热情鼓励下，我们对这个地球信息科学的前沿领域，开展了若干研究工作，探讨它的系统性理论和方法，并尝试以此拙著，作为引玉之砖。

在后现代的信息社会，科学的虚拟化和文学艺术的实在化，使得科学和艺术逐渐走近和融合。由信息技术和网络通信技术的发展所形成的虚拟现实是体现科学、技术和艺术一体化的典型代表。然而，虚拟现实的特征可以用通俗的例子加以阐述。例如，当我们较长时间观看镜子里的反射镜像，或者清澈的水面的倒影时，就会发现，那里似乎有一个虚的世界，但我们无法进入，而虚拟现实就是基于信息和网络技术通过数字信息形成的一个人们可以进入并能与之交互的虚拟空间和世界；再如，在海洋展览馆或海底的船只里，我们一般可以作为旅游者、旁观者，通过玻璃墙观看水世界里生动绚丽的动植物世界，但无法以“参与者”身份进入和体验那个海洋世界。然而，如果打破玻璃墙而人又穿上了潜水衣，那么人就可以进入这个海洋世界，并直接感知和体验海洋的动植物生活。虚拟现实的重要特征就是让人的感知和认知空间与三维信息空间合一，让人以“参与者”身份体验、认识、建构三维虚拟世界。

在学术界和信息业界，由于虚拟现实技术的发展和应用，因特网的普及，虚拟社群/社区、数字城市、网络公司、虚拟企业、虚拟银行和电子商务等的涌现，“虚拟”概念被广泛应用。但是，如何理解“虚拟”，如何理解“虚拟”与“摹仿”、“模拟(仿真)”的关系和异同，成为学者和用户经常关注和讨论的议题。本书的第一章试着以哲学、美学和词源学的观点，探讨“虚/虚拟/虚拟世界”的实质和特征。

信息技术和网络通信技术的发展,既给我们提供了机会,又提出了挑战。一方面,我们可以运用因特网和万维网,进行地学数据分布式的存储、发布、分析和应用等。但另一方面,在基于因特网和万维网的网络信息空间中,由于人们的信息交流交互不再受现实地理位置、距离和时间的约束限制,使得距离的重要性逐渐减弱。距离的消失、时空维收缩、从空间位置到信息流而导致的虚拟位置的漂浮不定、地球村、甚至无位置社会可能导致的地理学的消亡等等,这一系列因现代数字信息技术发展带来的话题,让我们不得不思考地理学在信息社会/知识社会所面临的挑战。本书的第二章试着从基于因特网的在线三维虚拟现实出发,探讨网络信息空间的地理学特征和意义;第三章则是利用因特网和万维网技术研究分布式地学虚拟环境系统的设计与开发。

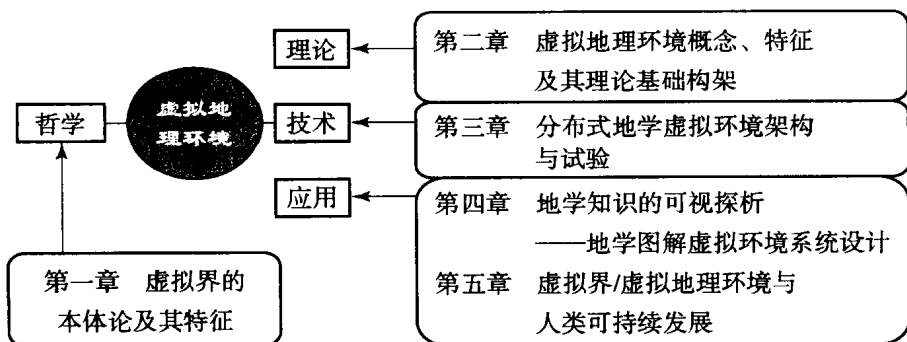
在地学界,有许多学者关注地学可视化和虚拟现实技术应用的学术价值,并经常有这样的疑问:地学可视化和虚拟现实技术除了给予我们研究工作成果漂亮的图形/图像/地图表示或者给予我们一个感觉融入真切、可以实时动态交互的虚拟空间外,对于地学理论建构和地学规律认识以及发现有何种学术意义呢?另外,在信息社会/知识社会,信息和知识成为基本的生产资源、社会发展的源动力,如何从海量的地学数据获取知识,成为学术界关注和研究的热点。本书的第四章就是探讨图形表达、图形思维用于地学数据挖掘和知识发现的理论和方法,并把地学可视化和虚拟现实技术视为地学工作者进行有效数据分析,模型建立、计算与模拟,规律分析与确认以及实际应用等地学理论、方法建设和实践过程的有机组成部分。

如何实现可持续发展,保持人与自然、人与人之间的和谐,是21世纪人类面临的一个重大课题。本书第五章探讨虚拟界/虚拟地理环境/虚拟环境对于人类可持续发展思想和实践的作用和意义。另外,本书的第一章是从哲学和美学等角度讨论虚拟界与现实界的相互关系。与第一章相呼应,第五章则是从具体的社会、经济、政治、管理和技术角度,研讨虚拟界对现实界的影响、作用和意义。由于属于地球信息科学、地理信息系统和遥感应用背景,我们主要从空间信息系统和决策支持系统角度进行区域可持续发展的研究。

简而言之,本书的内容结构如图所示。

在本书的形成、写作、修改和出版过程中,我们得到了许多的帮助。

作为学术界的泰斗和引路人,作为我们崇敬的导师,陈述彭先生的学术思想、科学思维方式(尤其是图形思维)以及他对学生勇于探求新理论和新方法的鼓励和要求,是我们形成本书的最直接、最重要的因素。在本书的研究和写作过程中,我们自始至终得到陈先生的关怀和指导,其中很多内容直接来源于他的研究



和建议,是他的科学思考和学术观点的具体化。在此,我们对陈先生表示最诚挚、最衷心的感谢。同时,感谢他在百忙之中为本书写序。

中国科学院地理科学与资源研究所所长刘纪远研究员,中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室主任周成虎研究员,北京大学遥感与地理信息系统研究所承继成教授、马蔼乃教授和李琦教授,北京大学信息科学中心唐世渭教授,华东师范大学地理系张超教授,南京师范大学地理信息科学江苏省重点实验室主任闫国年教授,深圳市国土规划局信息中心主任郭仁忠博士,中国测绘科学研究院鲁学军博士,中国科学院遥感应用研究所李军博士等审阅了原稿,并提出了宝贵的修改意见,在此一并表示诚挚的感谢。

本书的研究工作得到香港特区政府研究基金项目(编号:RGC CUHK 318/95H, CUHK 150/96H, CUHK 4334/98E, CUHK 4132/99H; ISF AF-169-98)的资助。

本书的出版,得到中国科学院和香港中文大学地球信息科学联合实验室,香港中文大学地理系,中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室以及高等教育出版社的支持和帮助,在此一并鸣谢。

龚建华 林 琿

2000年6月

于香港中文大学博文苑

《当代科学前沿论丛》专家委员会

(按姓氏笔画为序)

(国内部分)

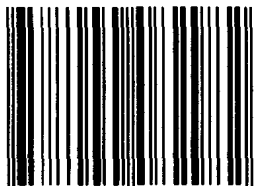
王 夔	冯 端	师昌绪	曲钦岳	朱清时
孙 枢	李三立	李大潜	李国杰	杨芙清
吴建屏	邹承鲁	张尧庭	陈 竺	陈佳洱
陈希孺	陈宜瑜	周秀骥	姜伯驹	袁亚湘
钱 易	徐光宪	徐端夫	徐冠华	翟中和
戴立信	戴汝为			

(海外部分)

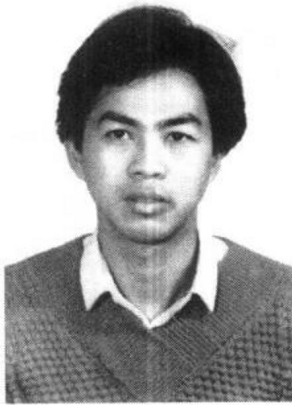
王中林	文小刚	邓兴旺	田 刚	丛京生
刘 钧	汤 超	许 田	危 岩	严晓海
李 凯	李 明	邱子强	余振苏	范剑青
周午纵	郑元芳	官 鹏	俞陆平	袁钧瑛
徐西平	程正迪	鄂维南		

责任编辑 李冰祥
封面设计 刘晓翔
责任绘图 朱 静
版式设计 焦东立 周顺银
责任校对 马桂兰
责任印制 宋克学

ISBN 7-04-008298-5



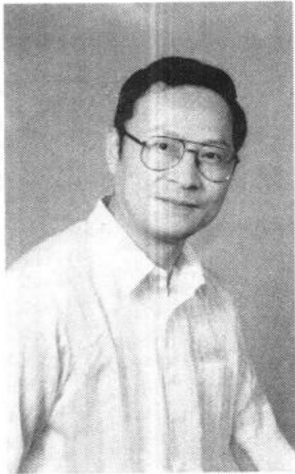
9 787040 082982 >



龚建华

1965年生。浙江海盐人。1987年毕业于西南交通大学测量工程系，1987年至1989年在林业部华东林业调查规划设计院从事林业遥感，1992年获北京大学信息科学中心理学硕士学位，1995年获北京大学遥感与地理信息系统研究所理学博士学位，1995年至1997年在中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室做博士后研究，1997年至今在中国科学院和香港中文大学地球信息科学联合实验室做合作研究。研究方向包括地学可视化、虚拟地理环境及区域可持续发展等，在国内外杂志和会议上发表学术论文30余篇。

通讯地址：香港新界沙田香港中文大学地球信息科学联合实验室
电话：(852)26096011 (O) 传真：(852)26037470
Email: jianhuagong@hotmail.com
<http://www.jlgis.cuhk.edu.hk/>



林 珩

1954年生。祖籍广东汕头市。1980年毕业于武汉测绘科技大学，1983年获中国科学院研究生院理学硕士，1992年获美国布法罗大学博士学位。现任中国科学院和香港中文大学地球信息科学联合实验室主任，欧亚科学院院士，香港摄影测量与遥感学会理事会主席，并受聘为武汉测绘科技大学、南昌大学、江西师范大学客座教授。曾担任中国海外地理信息系统协会(CPGIS)首任会长，《国际地理信息科学期刊》(IJGIS)、《摄影测量工程与遥感》(PE&RS)、《地理学报》等重要学术刊物的特刊客座编辑。目前研究方向包括虚拟地理环境、雷达和高光谱遥感、投资环境信息系统、滑坡和海岸带变化等，在国内外杂志和会议上发表学术论文70余篇，撰写专著3部。

通讯地址：香港新界沙田香港中文大学地球信息科学联合实验室
电话：(852)26096528 (O) 传真：(852)26035006
Email: huilin@cuhk.edu.hk
<http://www.jlgis.cuhk.edu.hk>

目 录

第一章 虚拟界的本体论及其特征	(1)
1.1 虚拟界概念	(2)
1.2 虚拟界本体论	(7)
1.2.1 道家之道：“无”与“有”	(8)
1.2.2 佛家之道：“空”与“色”	(10)
1.3 虚拟化过程	(11)
1.4 虚拟界与现实界相互关系	(13)
1.4.1 在场与不在场	(14)
1.4.2 意境与虚拟界	(17)
1.4.3 虚拟界的三个世界构架	(18)
1.5 虚/虚拟/虚拟界的特征概括	(21)
1.6 后语	(23)
参考文献	(24)
第二章 虚拟地理环境概念、特征及其理论基础构架	(27)
2.1 虚拟地理环境概念	(28)
2.2 虚拟地理环境的结构层面分类与特征	(30)
2.2.1 地理位置层面	(31)
2.2.2 内表达数据层面	(33)
2.2.3 外表达境象层面	(34)
2.2.4 单主体感知认知层面	(36)
2.2.5 互主体社会层面	(36)
2.3 虚拟地理环境的孕育演进	(37)
2.3.1 虚拟群落社会	(38)
2.3.2 虚拟村落社会	(39)
2.3.3 虚拟城市社会	(40)
2.4 虚拟地理学	(44)
2.4.1 概念与研究对象	(44)



2.4.2 虚拟地理学研究内容	(48)
2.4.3 数字地球/虚拟地球与现实地球	(53)
2.5 后语	(54)
参考文献	(55)
第三章 分布式地学虚拟环境架构与试验	(59)
3.1 虚拟环境与虚拟地理环境	(60)
3.1.1 投入型虚拟环境	(60)
3.1.2 非投入型虚拟环境	(61)
3.2 分布式地学虚拟环境特征与发展背景	(62)
3.2.1 在线虚拟社群(社区)	(63)
3.2.2 网上三维图形、CAD 和科学计算可视化	(64)
3.2.3 虚拟地理信息系统	(65)
3.3 分布式地学虚拟环境系统架构	(67)
3.3.1 系统结构及通信协议	(67)
3.3.2 数据模型	(69)
3.3.3 交流交互方式	(80)
3.3.4 虚拟现实构模语言模型	(83)
3.4 系统原型与应用试验	(85)
3.4.1 城郊野公园地理概况	(85)
3.4.2 系统结构	(86)
3.4.3 数据流	(88)
3.4.4 客户端用户界面及系统应用	(90)
3.5 后语	(92)
参考文献	(93)
第四章 地学知识的可视探析——地学图解虚拟环境系统设计	(97)
4.1 知识发现与可视化技术	(98)
4.2 地学可视化概念与特征	(100)
4.2.1 地图可视化	(100)
4.2.2 地理可视化	(104)
4.2.3 GIS 可视化	(105)
4.2.4 特征与研究框架	(106)

4.3 地学图解概念与特征	(108)
4.3.1 传统地学图解	(109)
4.3.2 现代地学图解	(111)
4.4 地学图解模型	(116)
4.4.1 地学可视化与地学图解的相互关系	(117)
4.4.2 地学图解模型结构	(118)
4.5 地学图解虚拟环境系统	(122)
4.5.1 系统信息流模型及其体系结构	(123)
4.5.2 用于地学知识探析的可视交互技术	(126)
4.6 后语	(129)
参考文献	(130)
第五章 虚拟界/虚拟地理环境与人类可持续发展	(135)
5.1 可持续发展思想形成与发展	(136)
5.2 虚拟界/虚拟地理环境/数字地球与可持续发展	(142)
5.2.1 虚拟界/虚拟地理环境与可持续发展	(143)
5.2.2 数字地球与可持续发展	(151)
5.3 区域可持续发展虚拟决策支持环境	(153)
5.3.1 知识、决策、虚拟环境与区域可持续发展	(153)
5.3.2 系统设计: 分析框架与系统结构	(157)
5.3.3 区域可持续发展模型	(160)
5.4 后语	(164)
参考文献	(166)
关键词索引	(171)
后记	(175)

虚拟界的本体论 及其特征

1

现代技术之本质与现代形而上学之本质相同一；现代物理学的自然理论并不只是技术的开路先锋，而是现代技术之本质的开路先锋。

——海德格尔,1938,《海德格尔选集》,p. 886

- 1.1 虚拟界概念 (2)
- 1.2 虚拟界本体论 (7)
 - 1.2.1 道家之道：“无”与“有” (8)
 - 1.2.2 佛家之道：“空”与“色” (10)
- 1.3 虚拟化过程 (11)
- 1.4 虚拟界与现实界相互关系 (13)
 - 1.4.1 在场与不在场 (14)
 - 1.4.2 意境与虚拟界 (17)
 - 1.4.3 虚拟界的三个世界构架 (18)
- 1.5 虚/虚拟/虚拟界的特征概括 (21)
- 1.6 后语 (23)
- 参考文献 (24)